Aus dem wissenschaftlichen Laboratorium der technischen Abteilung der Universitäts-Zahnklinik zu Berlin.

Entwicklungsvorgänge an der Unterkiefersymphyse.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der

Zahnärztlichen Doktorwürde

an der

Friedrich-Wilhelms-Universität

zu Berlin

vorgelegt von

Maria Sievers

aus Steinbild (Ems)

Tag der Promotion: 20. 12. 1935

Druck von Gebrüder Hoffmann, Charlottenburg, Schillerstr. 44.

537

Gedruckt mit Genehmigung

der

Medizinischen Fakultät der Universität Berlin

Dekan: Prof. Dr. Magnus.
Referent: Prof. Dr. Adrion
Korreferent: Prof. Dr. Schröder

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Meinem Onkel

Dr. med. Jacob Suerken

gewidmet.

In den letzten 50 Jahren war das Wachstum des Unterkiefers, speziell das Wachstum an der Symphyse, oft Gegenstand von Untersuchungen seitens verschiedener Autoren. Vom Anfang des 17. Jahrhunderts bis ungefähr 1850 waren die Untersuchungen meist anatomischer Art. In dieser Zeit wurde auch der Meckelsche Knorpel als Richtbalken für die Knochenbildung entdeckt. Schon seit dem Anfang des 18. Jahrhunderts ist es bekannt, daß der Unterkiefer aus zwei Hälften besteht, die sich nach der Geburt in der Symphyse vereinigen. John Hunter schreibt schon 1803 in seiner „Natural History of the Human Teeth", daß der Kiefer bis zum 12. Monat nach der Geburt in allen Teilen wächst, daß aber nach dieser Zeit von der Symphyse bis zum sechsten Zahn kein Längenwachstum mehr stattfindet. In der folgenden Zeit haben sich sehr viele Autoren zu dieser Ansicht bekannt (Kölliker, Virchow, Toldt, Eidmann). Bei Autoren aus jüngerer Zeit (Wolff 1888, Aichel 1918, Franke 1922, Meyer 1932) finden wir sehr ungenaue Angaben über das Längenwachstum an der Symphyse; z. B. Meyer schreibt: „In der Mitte findet sehr bald die Vereinigung der rechten und linken Anlage statt, in mehr basalen Teil erst nach der Geburt".

In welcher Zeit nun aber das Symphysenwachstum vor sich geht ist von Anfang an von den verschiedensten Seiten verschieden ausgelegt worden. Diese Frage ist nicht nur insofern interessant, als sie die Vereinigung der beiden Kieferhälften betrifft, sondern sie ist deswegen von großer Bedeutung, weil man annimmt, daß aus den Wachstumsvorgängen an der Symphyse Schlüsse zu ziehen sind auf die Formung des Kieferbogens, die Bildung des Kinns, auf die Umbauvorgänge im Knochen und das Verhalten der Zahnkeime.

Besonders umstritten war von jeher die Frage über die Entstehung der hyalinen Knorpelmassen und die sich daraus entwickelnden Kinnknöchelchen. Die einen Autoren

führen den Knorpel auf Reste des Meckel'schen Knorpels zurück (Bardeleben 1910, Keibel und Mall 1910, H. Fuchs 1921, Loewnthal 1926: „Der eingeschlossene Meckel'sche Knorpel wird nicht restlos resorbiert. Die bestehenden Knorpelherde erzeugen neue Knorpelherde, die in der Folge in Knochen umgewandelt werden"). Die meisten Autoren jedoch fassen den Symphysenknorpel auf als sekundäre Bildung, die nichts mit dem knorpeligen Primordialskelett zu tun hat. Fr. v. Spee 1896 sagt: „Später entwickelt sich an der Symphyse selbständig sekundär Knorpel ohne Beziehung zum knorpeligen Primordialcranium". Schaffer 1930 sprach der „Verschieblichkeit" eine Rolle zu für die Bildung des Knorpels, eine Beobachtung, die von Benninghof durch anatomische und experimentelle Untersuchungen bestätigt wurde. Fawcett 1924 schreibt: „Im 100 mm Stadium erfolgt die Vereinigung der beiden Unterkieferhälften durch einen Knorpel, der nichts mit ursprünglichen Meckel'schen Knorpel zu ten hat." In den jüngst von Gross erschienenen „Histologischen Untersuchungen über das Wachstum der Kieferknochen beim Menschen" wird dieses ebenfalls bestätigt.

Aus dem Symphysenknorpel entwickeln sich die Kinnknöchelchen, die sogenannten Ossicula mentalia. (Gross). Diese haben in der Literatur der letzten 50 Jahre eine große Rolle gespielt. Von Toldt 1882, Henneberg 1894 erwähnt, von Kölliker, Weidenreich, Mies 1893 sind die Knöchelchen ausführlich beschrieben, von Adachi 1904 eingehend untersucht. Ueber die Bedeutung für die Kinnbildung finden wir bei den Autoren die verschiedensten Angaben: v. Bardeleben 1905 behauptet: „Die Protuberantia mentalis ist nichts weiter als das in späteren Stadien weitergewachsene meist unpaare Ossiculum mentale." Er weist deutliche Nahtspuren zwischen Mentale und Unterkiefer auf. Toldt 1904 sagt: „Das Kinn des Menschen ist ein Korrelat des Gesamtbaues des Kopfes. Es ist eine Rückbildungs- und Degenerationserscheinung. Die Ossicula mentalia geben die eigentliche Veran-

lassung zur Bildung des Kinns." Auf Toldt geht Martin 1928 in seinem Lehrbuch der Anthropologie zurück: „Kinnknöchelchen bedingen die spätere charakteristische dreieckige Form der Protuberantia mentalis, indem sie mit fortschreitendem Wachstum die sich nach unten verbreiternde, nach oben zugespitzte Symphysenfuge ausfüllen." v. Hansemann hat 1909 die Toldt'sche Theorie kritisch betrachtet. Er stimmt nicht mit ihr überein. Er behauptet, die Ossicula sind nichts weiter als Knochenbildungszentren in der accessorischen Fuge. Dasselbe hatte schon Weidenreich 1904 gesagt, der die Ossicula als Schaltknöchelchen bezeichnete, die untereinander und mit jeder Hälfte verschmelzen. Dieselbe Meinung vertritt auch Walkhoff 1911 in seinen „Neueren Untersuchungen über die menschliche Kinnbildung". Walkhoff gibt in seiner Arbeit einen Ueberblick über die verschiedenen Theorien der Entstehung des Kinns, ebenso Weidenreich 1934 in: „Das Menschenkinn und seine Entstehung". Diese Arbeiten seien nur erwähnt. Ein näheres Eingehen würde den Rahmen der Arbeit überschreiten.

Die Frage, in welcher Weise das Symphysenwachstum in der frühesten Zeit histologisch gesehen vor sich geht, soll im Folgenden an Hand von histologischen Präparaten näher erörtert werden. Dabei werden die morphologischen Verhältnisse in der Symphysengegend, das Verhalten des fibrösen Bindegewebes, des Meckel'schen Knorpels an seinen vorderen Enden, der Unterkieferspangen, ferner die komplizierten Vorgänge bei der Verknöcherung beim Knochenan- und Abbau betrachtet.

Untersuchungsmaterial.

Es umfaßt 12 Feten im Alter von etwa $2^1/_2$ bis 8 Monaten, außerdem wurde ein Präparat, das von einem 4 Monate alten Neugeborenen stammte, untersucht. Die Untersuchung bestand in einer mikroskopischen Betrachtung von Serienschnitten der einzelnen Unterkiefer.

Foetus 1: Alter etwa $2^1/_2$ Monate, Horizontalschnitt. Fixierung, Bouinentkalkung. Stückfärbung: Carmin, van Gieson, Indigocarmin.

Foetus 2: Alter etwa 3 Monate, Horizontalschnitt. Färbung: Hämatoxylin-Eosin.

Foetus 3: Alter etwa 3 Monate, Horizontalschnitt. Fixierung, Bouinentkalkung. Stückfärbung: Carmin, van Sieson, Indigocarmin.

Foetus 4: Alter etwa 3 Monate, Frontalschnitt. Färbung: Hämatoxylin-Eosin.

Foetus 5: Alter etwa Ende des 3. Monats, Frantalschnitt. Formalin, Bouinentkalkung. Stückfärbung mit Carmin.

Foetus 6: Alter etwa 4 Monate, Horizontalschnitt.

Foetus 7: Alter etwa 4 Monate, Horizontalschnitt. Celloidineinbettung. Färbung: Hämatoxylin-Eosin.

Foetus 8: Alter etwa Ende des 4. Monats, Horizontalschnitt. Fixierung. Färbung: Carmin, van Gieson, Indigocarmin.

Foetus 9: Alter etwa Ende des 4. Monats, Frontalschnitt. Celloidineinbettung. Färbung: Hämatoxylin-Eosin.

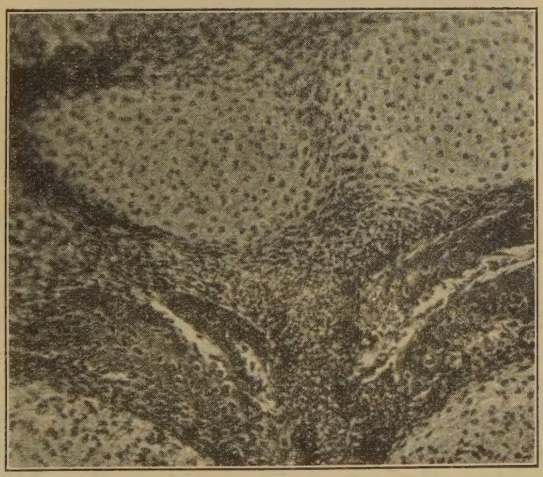
Foetus 10: Alter etwa 5 Monate, Frontalschnitt. Fixierung. Färbung: Carmin, van Gieson, Indigocarmin.

Foetus 11: Alter etwa 5 Monate, Horizontalschnitt.

Foetus 12: Alter etwa 7 Monate, Horizontalschnitt. Boraxcarmin Stückfärbung.

Neugeborenes 13: Alter etwa 4 Monate (luetisches Kind), Frontalschnitt. Färbung: Hämatoxylin-Eosin.

Foetus 1: Alter $2^1/_2$ Monate, Horizontalschnitt. Die beiden Enden des Meckelschen Knorpels liegen in der Ebene median so dicht aneinander, daß kein Zwischenraum zwischen ihnen vorhanden ist. Die vorderen Enden sind schwach kolbenartig verdickt. Die Knorpelzellen, die in der Nähe der Mittellinie liegen, haben sehr wenig Zwischensubstanz, werden nach der Mitte zu immer platter mit der Längsausdehnung parallel der Sagittalebene und gehen allmählich in das Perichondrium über. Im übrigen Teil des Meckel'schen Knorpels sind die Zellen am Außenrande etwas größer als innen. Der Meckel'sche Knorpel ist noch ganz vom Perichondrium begrenzt, da ihm noch nirgends Knochen anliegt. Er ist ganz von embryonalem Bindegewebe umgeben. Der lateral vom Meckel'schen Knorpel liegende Unterkieferknochen läuft gegen die Symphyse in zwei ganz dünnen Schenkeln in stumpfer Rundung aus, die in der Mitte in gleicher Breite durch embryonales Bindegewebe getrennt sind, welches aber zellreicher ist als das, welches die Knochenlamellen nach außen hin umgibt.



Foetus 1: Alter $2^1/_2$ Monate, Horizontalschnitt.

Foetus 2: Alter etwa 3 Monate, Horizontalschnitt. Beim zweiten Präparat hat sich das histologische Bild etwas verändert. Der Meckel'sche Knorpel ist an den Stellen, wo er dem Knochen aufliegt, in Auflösung begriffen. Dies zeigt sich am Größerwerden der Knorpelzellen, der Zellhöhlen und am Verschwinden der Kerne. An seinen vorderen Enden zeigt er ferner eine Veränderung der Form. Die Enden sind an Dicke geringer geworden und berühren sich nicht mehr in der ganzen Ausdehnung, sondern nur noch in dem einen Drittel an der Zungenseite. Kinnwärts weichen die Enden so auseinander, daß die Ränder einen Winkel miteinander bilden. In diesem Winkel liegt sehr zellreiches Gewebe. Das Bild der Zellen des Meckel'schen Knorpels ist im übrigen fast dasselbe wie beim vorigen Präparat. Der Knorpel an den medialen Enden ist noch unversehrt. Dort, wo sie in schmaler Basis aneinander liegen, sind die Zellen ganz dicht und abgeplattet. Zwischen den einzelnen Knochenlamellen des Unterkiefers, von denen die innere dem Meckel'schen Knorpel anliegt, liegt sehr lockeres Bindegewebe, in der Mitte festeres Bindegewebe.

Foetus 2: Alter 3 Monate, Horizontalschnitt.

Foetus 3: Alter etwa 3 Monate. Beim dritten Präparat, welches ebenfalls einen etwa 3 Monate alten Foetus im Horizontalschnitt darstellt, ist das histologische Bild fast genau dasselbe wie beim vorigen. Am Meckel'schen Knorpel ist ein geringer Auflösungsprozeß in der Eckzahn-

gegend, im folgenden Bild allerdings nicht mehr sichtbar. Das Gewebe in der Gegend, wo die beiden Enden des Meckel'schen Knorpels aufeinander stoßen, ist in diesem Präparat sehr deutlich ausgeprägt. Es besteht aus sehr langgezogenen Zellen mit Ausläufern, man glaubt manchmal, daß die Fortsätze untereinander zusammentreten. Sie sind umso platter, je mehr sie der Mittellinie genähert sind. Die Kerne sind abgeplattet oder nicht sichtbar. Ihre Anordnung ist sehr regelmäßig, von außen nach innen

Foetus 3: Alter 3 Monate, Horizontalschnitt.

in Streifen hinziehend. Sie gehen allmählich in das Perichondrium und in das Bindegewebe über. Die Zellen des Bindegewebes laufen hauptsächlich in umgekehrter Richtung wie die Zellen zwischen den Enden des Meckel'schen Knorpels. Da der Meckel'sche Knorpel kinnwärts abgeplattet erscheint, d. h. nur in den zwei Dritteln nach der Zungenseite zu noch aneinander stößt, bildet das Bindegewebe ein Dreieck. Die ganze Symphyse ist etwas breiter. Am calzifizierten Knochen sammeln sich die Zellen zu

dichten Reihen zur Bildung des Knochengewebes. Man kann hier schon von einer Proliferationsschicht sprechen. Der Knochen, von dem nur eine Lamelle im Schnitt sichtbar ist, hat im Ganzen an Stärke zugenommen.

Bei den beiden letzten etwa 3 Monate alten Präparaten im Vergleich zum 1. etwa 2 Monate altem liegt der Hauptunterschied im Aussehen des Meckel'schen Knorpels. Im 2. Monat sind die Zellen des Meckel'schen Knorpels noch unversehrt und stoßen median in kolbenartiger Verdickung aneinander. In den distalen Partien beginnt der Auflösungsprozeß des Knorpels.

Die beiden nächsten Präparate sind Frontalschnitte. Da die Ausdehnung des Unterkieferknochens in frontaler Richtung etwas größer ist, ist die Knochenbildung auf diesen Bildern deutlicher sichtbar.

Foetus 4. Alter etwa 3 Monate. Der Schnitt ist so gelegen, daß der Meckel'sche Knorpel nicht sichtbar ist. Der Unterkiefer erstreckt sich in zwei bezw. drei knöchernen Schenkeln bis an das Bindegewebe der Mittellinie heran. Aus diesem Bild geht hervor, daß der Meckel'sche Knorpel um diese Zeit an seinen vorderen Enden schon ziemlich von Knochen umwachsen ist, sodaß er gleichsam in einer knöchernen Rinne liegen muß. Seine Ausdehnung in horizontaler Richtung muß geringer sein als in frontaler Richtung. Die vordere Partie des Knochens ist reiner Bindegewebsknochen. Man sieht hier die verschiedensten Stadien der Knochenbildung. Der Knochen ist überall von Bindegewebe umgeben. Direkt an der Symphyse ist der Hauptsitz der Knochenneubildung. Die Bildung des Knochengewebes ist an spezifische Zellen, die Osteoblasten, geknüpft. Man sieht nebeneinander spindelförmige Zellen mit plattem Kern. Sie gehen allmählich in das Periost des Knochens über. Neben diesen dünnen, lang ausgezogenen Zellen (Fibroblasten) sieht man eine Zone (Proliferationsschicht), in der die Zellen stark vergrößert sind. Oft weisen sie ein oder zwei klare, große Kerne auf. Daneben ist netzartige (osteoide) Grundsubstanz zu

beobachten, die von den Osteoblasten abgeschieden ist. Etwas weiter sind schon verkalkte Grundsubstanz und fertige Knochenbälkchen gebildet. Im fertilen Knochen sieht man, daß die Zellen sich bedeutend auf Kosten der Interzellularsubstanz verkleinert haben. — Die Verknöcherung neben der Symphyse geschieht in diesem Stadium auf rein bindegewebiger Grundlage, auf rein neoplastischem Wege.

Foetus 5. Alter Ende des 3. Monats. Bei diesem Präparat sind die ganzen Verhältnisse etwas weiter fortgeschritten und besser erkennbar. Das Präparat ist aber frontal etwas schräg geschnitten, sodaß nur an einer Seite (in untenstehendem Bild links) ein Teil des Meckel'schen Knorpels getroffen ist. Darüber liegt die Zahnleiste; an der anderen Seite ist mehr nach der Mittellinie hin die Ersatzzahnleiste getroffen, daneben — rechts davon — eine Zahnanlage $\overline{|2}$ im Kappenstadium. Die Zahnanlage ist schon durch Knochen vom Knorpel getrennt. Es liegt,

Foetus 5: Alter Ende des 3. Monats, Frontalschnitt.

wie aus den Serienschnitten hervorgeht, dem Meckel'schen Knorpel am oberen Rand unterhalb der Zahnanlagen, besonders an der Innenseite, also zungenwärts, schon Knochen an. In der Gegend der mittleren Schneidezähne ist dies noch nicht der Fall. Die Zellen des Meckel'schen

Knorpels sind nach der Symphyse zu dichter und kleiner, die Grenze ist unscharf. Weiter nach distal, wo den Zellen Knochen anliegt, sind sie größer und heller. Das Perichondrium ist zellreicher geworden. Man sieht mehr Gefäße. Die Knorpelgrundsubstanz ist an manchen Stellen in der Verkalkung begriffen. Man sieht nebeneinander blasig aufgetriebene Knorpelhöhlen, eröffnete Knorpelkapseln, ferner solche, in denen der Kern schon zugrunde gegangen ist. Längs der ganzen Symphyse ist Knochenbildung wahrnehmbar.

Am Ende des 3. Monats ist im Vergleich zum Anfang schon ein deutlicher Fortschritt im Knochenbild wahrnehmbar. Aus den einfachen dünnen Knochenlamellen ist ein breiteres Knochengerüst mit feinen Querbalken entstanden, das außerordentlich rege Wachstumsvorgänge zeigt.

Von etwa 4 Monate alten Feten stehen vier Präparate zur Verfügung: Eins im Anfang des 4. Monats und zwei am Ende des 4. Monats; alle drei im Horizontalschnitt; ferner eines ebenfalls am Ende des 4. Monats im Frontalschnitt.

Foetus 6. Alter etwa 4 Monate. Im Bild ist eine deutliche Symphyse des knöchernen Unterkiefers und eine Symphyse des Knorpels zu unterscheiden. Der knöcherne Unterkiefer hat an Ausdehnung zugenommen; nach der Medianlinie zu tritt er sehr dicht zusammen. Der Schnitt muß demnach ziemlich weit nach zungenwärts liegen. Das Bindegewebe ist im Verhältnis zum 3 Monate alten Foetus etwas dichter und in Ausdehnung schmäler. Bei der Betrachtung des knöchernen Unterkiefers zeigt es sich, daß im Bereich der Symphyse ein sehr reges Wachstum stattgefunden hat. Der im Bereich der Symphyse sichtbare Meckel'sche Knorpel ist hier noch unverändert, nur die Enden sind verschmälert und zungenwärts abgebogen. Die lateralen Partien sind um diese Zeit schon zum Teil zerstört. Der Raum, in dem vorher Knorpel gelegen hat, ist noch deutlich zu erkennen; denn der Zerstörung hat den Knochenbildung nicht standgehalten. In horizontaler Rich-

Foetus 6: Alter 4 Monate, Horizontalschnitt.

tung liegen Partien von sehr gefäßreichem Markgewebe. Der ganze Knochen besteht nicht mehr aus einfachen Lamellen, sondern sie sind durch unregelmäßige Querbalken miteinander verbunden. An den Rändern liegt eine Reihe von Osteoblasten, die in voller Tätigkeit sind und somit das Bild des Unterkieferknochens dauernd verändern. Der Knochen ist jetzt kein reiner Bindegewebsknochen mehr. Er weist gemischte Knorpel-Knochenzüge auf, die aus der Zerstückerung des Meckel'schen Knorpels ihren Ursprung haben. An manchen Stellen zerstören Riesenzellen das Knochengewebe.

Beim nächsten Präparat, Foetus 7, Alter etwa 4 Monate, haben wir ein ganz ähnliches Bild des Unterkiefers, nur, daß im Schnitt der Meckel'sche Knorpel nicht in seiner Längsrichtung getroffen ist. Nach der Zungenseite hin sind rechts und links zwei rundlich ovale Knorpel getroffen. Ihrer Lage und ihrem Aussehen nach sind sie als zum Meckel'schen Knorpel gehörig anzusehen.

Die 4 Monate alten Feten zeigen im Vergleich zu den 3 Monate alten eine fortgeschrittene Zerstörung des Meckel'schen Knorpels. Bis auf kleine Partien zu beiden Seiten der Symphyse ist er zum größten Teil aufgelöst und durch Markgewebe ersetzt. Das Bild des knöchernen Unterkiefers zeigt keine großen Veränderungen.

Bei einem Horizontalschnitt eines anderen Kiefers am Ende des 4. Monats, Foetus 8, tritt in der Schnittserie ein neues Bild auf. Zunächst der gleiche Befund wie beim vorigen — bindegewebige Symphyse des Knochens und des Knorpels —, aber dann in der oberen Hälfte der Symphyse ein Bild vom Meckel'schen Knorpel, wo er an seinen Enden bereits in Auflösung begriffen ist. Dort, wo ihm der Knochen sehr nahe anliegt, ist der Auflösungsprozeß schon sehr weit fortgeschritten, erkennlich an dem eingedrungenen Markgewebe und den Blutgefäßen.

Foetus 8: Alter Ende des 4. Monats, Horizontalschnitt.

Ein ganz neues Bild ist das Auftreten eines Knorpels nach der Zungenseite hin in der Mitte direkt oberhalb der Spangen des Meckel'schen Knorpels im Bindegewebe. Der Knorpel hat eine dreieckige Form. Die Zellen des Perichondriums des Meckel'schen Knorpels gehen in das Perichondrium dieses Knorpels über. Er steht in unmittelbarem Zusammenhang mit dem Meckel'schen Knorpel und wird also auch wohl in ihm seinen Ursprung haben.

Als letztes Präparat vom Ende des vierten Monats steht mir ein Kiefer zur Verfügung, der allerdings schon von einem Foetus mit etwas größerer Steißscheitellänge stammt. Die Bilder sind von Schnitten, die frontal geschnitten sind.

Zunächst ein Bild, das ziemlich weit kinnwärts gelegen ist. Die Anlagen der Incisivi 1 1 sind im Bilde klar zu erkennen. Der knöcherne Unterkiefer reicht bis an die Zahnanlage heran. Die Symphyse ist von oben nach unten gleich breit. Der Knochen zeigt rege Wachstumsvorgänge. Der lamelläre Aufbau des vorher reinen Bindegewebsknochens ist verschwunden. Besonders am unteren Rand und längs der Symphyse ist reichlicher Knochenanbau wahrnehmbar. Resorption von Knochen findet statt unterhalb der Zahnanlagen. Auf Kosten der an Ausdehnung zunehmenden Zahnanlagen findet Schwund von Knochengewebe statt. Dieser Knochenanbau geschieht durch spezifische Zellen, die Osteoklasten.

Auf einem anderen Bild der Schnittserie desselben Präparates, das mehr zungenwärts gelegen ist, findet sich in der oberen Hälfte der Symphyse nahe der Medianlinie ein kleiner rundlicher Knorpel. Er liegt in einem Gewebe, das unverkennbar noch zum Perichondrium des Meckelschen Knorpels gehört, er wird also wohl von diesem gebildet worden sein. Daß es sich nicht um einen Teil des Meckel'schen Knorpels handelt, der von der Resorption verschont geblieben ist, geht daraus hervor, daß der danebenliegende Meckel'sche Knorpel in dieser Gegend noch gar nicht in Auflösung begriffen ist.

Die Präparate vom Ende des 4. Monats ergeben ein vollständig neues Bild. Es tritt in der Symphyse ein Knorpel auf, dessen Perichondrium mit dem des Meckel'schen Knorpels in Verbindung steht. Der Meckel'sche Knorpel is tan seinen medialen Enden in Auflösung begriffen. Der knöcherne Unterkiefer hat im Ganzen an Ausdehnung zugenommen.

Vom 5. Monat stehen zwei Kiefer zur Verfügung. Einer frontal geschnitten, Foetus 10, der zweite vom Ende des 5. Monats horizontal geschnitten (Foetus 11).

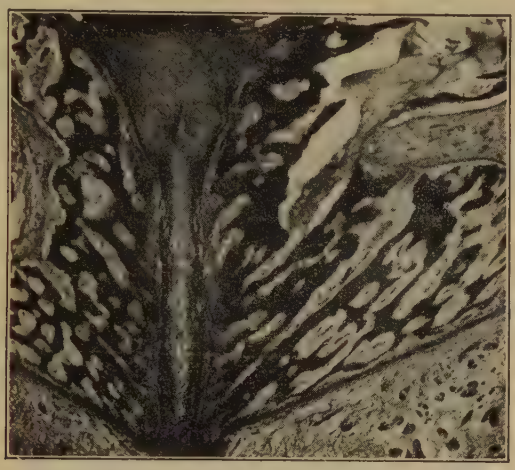
Beim ersten Präparat in frontaler Schnittrichtung ist im großen und ganzen dasselbe Bild wie beim vorher beschriebenen. Das Symphysengewebe ist enger und straffer in Richtung von unten nach oben, durchsetzt mit klei-

nen Blutgefäßen. Von den kleinen rundlichen Knorpeln ist nichts zu sehen.

Beim zweiten vom Ende des 5. Monats fallen in der Schnittserie drei verschiedene auf. Während beim 4 Monate alten Foetus noch von einer Symphyse des knöchernen Unterkiefers und des Meckel'schen Knorpels gesprochen werden konnte, ist jetzt nur noch die erstere vorhanden, da beide Knorpel medial von Knochen umwachsen sind. Der Raum, in dem vorher der Knorpel lag, ist im Bilde noch deutlich zu erkennen. In der Symphyse oben sind zwei nebeneinander liegende rundliche Knorpel zu sehen. Sie stehen in gar keinem Zusammenhang mit dem Meckel'schen Knorpel. Auch das Gewebe, welches sie umgibt, hat nicht das Aussehen, als ob dort vorher Knorpel zerstört worden wäre. Im Knochen herrscht an vielen Stellen Knochenabbau dem Knochenanbau vor. Dem Größerwerden der Zahnkeime muß der Knochen weichen. Hier ist der Knochen von Osteoklasten durchbrochen. Durch diese Lücken ist gefäßreiches Gewebe eingedrungen. Man sieht jetzt schon die typische Spongiosa des späteren Unterkiefers. Das Bindegewebe, das die beiden Kieferhälften voneinander trennt, hat im Gegensatz zu den

Foetus 10: Alter 5 Monate, Frontalschnitt.

jüngeren Feten ein anderes Aussehen erlangt. Es ist viel dichter und straffer geworden. Es ist das typische Bild des straffen Bindegewebes. Vereinzelt sind in ihm kleinere Blutgefäße sichtbar.



Foetus 11: Alter Ende des 5. Monats, Horizontalschnitt.

Der Hauptunterschied zwischen diesen Präparaten und denen von 4 Monaten alten Feten liegt in dem Auftreten von Knorpelinseln in der Symphysennaht, die vollständige Neubildungen sind und in keinem Zusammenhang stehen mit dem Meckel'schen Knorpel und dem knöchernen Unterkiefer. Ein zweites Merkmal ist der Knochenabbau unterhalb der Zahnanlagen.

Foetus 12. Alter etwa 7 Monate. Im oberen Teil des Symphysengewebes sind drei Knorpelinseln festzustellen mit gering ausgebildeten Faserzügen in der Grundsubstanz. Sie stehen in gar keinem Zusammenhang mit dem knöchernen Unterkiefer. Das Bild des Knochens hat sich sichtbar verändert. Am oberen und unteren Rand nach der Mitte zu tritt ein neues Bild in Erscheinung. Die Knochenspangen laufen in dem von Schaffer schon erwähnten „chondroiden, grobblasigen Knochen" aus. Dies ist ein Uebergangsgewebe zwischen Knorpel und gewöhnlichem Knochengewebe. Am Innenrand sind nur Spuren

von Knorpelgewebe vorhanden, dagegen befinden sich solche in größerer Ausdehnung in der Gegend der lateralen Zähne und am äußersten, unteren Rande des Unterkieferkörpers. Dieser Knorpel hat mit dem Meckel'schen Knorpel nichts zu tun, ist vielmehr sekundär entstanden. Der Knochen, der sich aus diesem Knorpel bildet, ist ausgezeichnet durch große Zellen und spärliche Grundsubstanz.

Foetus 12: Alter 7 Monate, Horizontalschnitt.

Zum Schluß steht mir noch ein Präparat zur Verfügung von einem Kind im Alter von 4 Monaten, im Frontalschnitt. Die beiden Kieferhälften sind noch nicht knöchern vereinigt. Von Knorpelinseln oder Kinnknöchelchen ist in der ganzen Schnittserie nichts zu entdecken. Vom Meckel'schen Knorpel ist ebenfalls nichts mehr zu sehen. In der Symphysennaht findet Anbildung von Faserknochen statt. Der Knochen am oberen und unteren Rande zeigt noch deutlich die ehemals chondroide Struktur.

Zusammenfassung.

Die Symphyse ist Sitz eines regen Knochenwachstums.

Der Meckel'sche Knorpel ist der erste organische Teil im Mesenchym der Kieferanlage. Er wird nicht in Knochen umgewandelt sondern resorbiert und durch Knochengewebe ersetzt.

Die erste Anlage des Unterkiefers entsteht ohne Beteiligung von Knorpel im Bindegewebe. Im primitiven Gewebe, in welchem Knochen zur Bildung des Kiefers abgelagert wird, findet man eine Veränderung der Fibroblasten. Sie sammeln sich zuru Bildung des präossösen Gewebes in dichten Massen und differenzieren sich dann direkt in Knochenzellen: nach Weidenreich der „geflechtartige embryonale Knochen", der seiner Natur nach nichts anderes ist als der Faserknochen des Erwachsenen. Seine Merkmale sind: „grobfaserige Struktur, geflechtartige Anordnung". Die weitere Entwicklung ist eigenartig und unregelmäßig. Es wird ein gemischter Knochen, der neben Fächern bindegewebiger Art gemischte Knorpel-Knochenzüge enthält.

Die Symphysenportion entsteht teilweise aus dem im Mesenchym entstandenen Knochenscheiben, teilweise aus Knorpel, der mit dem Meckel'schen Knorpel in Verbindung steht, teilweise aus einem knorpeligen Kern unabhängig vom Meckel'schen Knorpel.

Die Symphysenelemente sind spindelförmig, sehr lang ausgezogen, umso kleiner, je mehr sie der Mittellinie ge-

nähert sind. Es ist ein festes und zellreiches Gewebe von regelmäßiger Anordnung. Die zelligen Elemente gehen vorn und hinten in das Periost des Knochens über. In dem sich die Zellen vergrößern und zu dichten Massen vermehren, geht diese Zone in die eigentliche Proliferationsschicht über, welche ein Heer sich stetig vergrößernder, enorm zahlreicher Elemente darstellt. Diese Zellen nehmen bald einen anderen Habitus an. Sie schicken unregelmäßige Fortsätze aus, lagern Kalksalze ab. Die Grundsubstanz wird undurchsichtig, es stellt bald fertigen Knochen dar. Bei dem Prozeß verkleinern sich die Zellen auf Kosten der Interzellularsubstanz. (Bei Weidenreich mit „Faserknochen" bezeichnet.) Längs der Ränder des calzifizierten Knochens entstehen Reihen von Osteoblasten, die dauernd Knochen anbauen. Dem Knochenanbau steht der Knochenabbau gegenüber, durch Osteoklasten und einwucherndes Markgewebe. Der Faserknochen wird teilweise resorbiert. An seine Stelle wird lamellöser Knochen abgelagert. So entsteht das eigentliche Bild des Unterkieferknochens.

Aus den Schnittbildern kann man sich die Form des Unterkiefers sehr gut rekonstruieren. Im ersten Stadium bildet der Unterkiefer einen Hauptteil mit zwei Ausstrahlungen in Lamellenform, die an der Symphyse in einer stumpfen, vorstehenden Ecke auslaufen. Die Symphyse ist in der ganzen Höhe gleich breit. Am Ende des 3. Monats hat sich der Knochen soweit ausgedehnt, daß der Meckelsche Knorpel in einer knöchernen Rinne liegt, ebenfalls bildet er schon den inneren Rand für die Zahnanlagen. Im 4. Monat hat durch appositionelles Wachstum am unteren Rand der Knochen an Stärke zugenommen, am oberen Rand ist er teilweise resorbiert, was mit der Ausbildung der Zahnanlagen in Verbindung steht. Die Lamellen sind durch Querbalken verstärkt. Am Ende des 4., Anfang des 5. Monats sind an dem medialwärts umgebogenen Vorderende des Knochens beide Lamellen verschmolzen. Der Meckel'sche Knorpel steckt gleichsam in einer knöchernen Röhre. Die Zahnanlagen sind durch Knochen vom Knorpel getrennt. Beide Enden des knöchernen Unterkie-

fers sind durch einen selbständig auftretenden Knorpel verbunden. Aus diesem Knorpel werden sich wahrscheinlich die Ossicula mentalia entwickeln, die als Schaltknöchelchen zur Vereinigung der beiden knöchernen Unterkieferhälften beitragen. Bis zur Geburt ist die Wachstumsintensität des Alveolarteils die größere. Da sich besonders an der labialen Seite Knochen anlagert, bleibt die offene Spalte der Kieferrinne mehr an der Innenseite. Im 7. Fötalmonat hat der Unterkiefer beinahe seine normale Gestalt. Nach der Geburt wächst der Basalteil stärker, während der darüberliegende Zahnbogen an Größe reduziert wird. In den ersten Monaten nach der Geburt ist die Symphyse noch nicht knöchern vereinigt. In der ganzen Symphyse findet Anbildung von Faserknochen statt, der von den Markräumen resorbiert und durch Schalenknochen ersetzt wird. Die Knochenspangen beider Kieferhälften laufen unten und oben in dem von Schaffer bezeichneten „chondroiden, grobblasigen Knochen" aus, der durch unmittelbare Verkalkung verknöchert.

Zum Schluß möchte ich noch Herrn Professor Adrion danken für die gütige Ueberlassung des Materials sowie für die liebenswürdige Unterstützung bei der Abfassung der Arbeit.

Literatur.

Adachi, B.: Ueber die Knöchelchen in der Symphyse des Unterkiefers. Zschr. f. Morphol. 1904.

Bardeleben, K. v.: Der Unterkiefer der Säugetiere, besonders des Menschen. Anat. Anz. 1905.

— Ueber die Anatomie des menschlichen Unterkiefers. Med. Klin. 1905.

Bluntschli: Die menschlichen Kieferwerkzeuge in verschiedenen Alterszuständen. 1926.

Charles, W.: On the growth of the bone. Brit. dent. Journ. 1926.

— On the growth of the bones of the Face. Dent. Rec. 1929.

Eidmann: Entwicklungsgeschichte der Zähne des Menschen 1923.

Fawcett, E.: Verknöcherung des Unterkiefers beim Menschen. Journ. of the amer. med. Assoc. 1905.

— The development, normal and abnormal, of the bones around the mouth. Dent. Pract. 1924.

Gross: Histologische Untersuchungen über das Wachstum der Kieferknochen beim Menschen. 1934.

Hansemann, D. v.: Die Bedeutung der Ossicula mentalia für die Kinnbildung. Ztschr. f. Ethnol. 1909.

Heitzmann, C und Boedecker, C.F.W.: Die früheste Entwicklung des Unterkieferknochens. Dent. Cos. 1895.

Herpin, A.: Die Entwicklung des Unterkiefers. Dtsch. Zahnärztl. Ztg. 1911.

— Dévelopement de l'os maxillaire inférieur. Progr. med. 1911.

Henneberg, B.: Beiträge zur Entwicklungsgeschichte des Unterkiefer des Menschen. Diss. Berlin 1894.

Keibel, F. und Mall, F.P.: Handbuch der Entwicklungsgeschichte des Menschen. 1910.

Loewnthal, N.: Etude sur le dévelopement et l'ossification de la maxillaire inférieur chez l'homme. Journ. dent. Belge 1925.

Meyer: Lehrbuch der normalen Histologie und Entwicklungsgeschichte der Zähne des Menschen. 1932.

Mies, J.: Ueber die Knöchelchen in der Symphyse des Unterkiefer v. neugeborenen Menschen. Anat. Anz. 1893.

Ruge, G.: Beiträge zum Wachstum des menschlichen Unterkiefers. Diss. Berlin 1875.
Spee, F. v.: Handbuch der Anatomie des Menschen. 1896.
Sutton, J. B.: Die Entwicklung des Unterkiefers. Journ. of the Brit. dent. Assoc. 1883.
Toldt, C.: Ueber das Wachstum des Unterkiefers. Zschr. f. Heilk. 1884.
— Ueber die Kinnknöchelchen und ihre Bedeutung für die Kinnbildung beim Menschen. Korr.-Bl. d. Dtsch. Ges. f. Anthropol. 1905.
Walkhoff: Neue Untersuchungen über die menschliche Kinnbildung. D. Z. in V. H. 22. Leipzil 1911.
Weidenreich, F.: Knochenstudien I. Teil. Ueber Aufbau und Entwicklung des Knochens und der Charakter des Knochengewebes. 1923.
— Ueber den Begriff Knochen und die Beziehungen des Knochengewebes zu Bindegewebe und Knorpel. 1923.
— Knochenstudien, IV. Teil: Ueber die Beziehungen zwischen Zahn, Alveolarwand und Kiefer. 1926.
Wissmer, A.: Le dévelopement et l'organisation statique de la mandibule foetale chez l'homme. Arch. d'Anat. 1927.
— La structure trajectorielle de la mandibule foetale chez l'homme. Cpt. rend. de la Soc. de Physique. 1928.
Wolff, J.: Ueber das Wachstum des Unterkiefers. Virch. Arch. 1888.

Lebenslauf.

Ich, Maria Sievers, wurde am 25. 9. 1911 als Tochter des Kaufmanns Johannes Sievers in Steinbild (Ems) geboren. Von Ostern 1917 bis Ostern 1920 besuchte ich die Volksschule, die weiteren 6 Jahre die höhere Mädchenschule in Papenburg. Dann kam ich ein Jahr auf das Reform-Realgymnasium in Haselünne, wo ich 1927 die Obersekundareife erhielt. Anschließend besuchte ich drei Jahre das Realgymnasium in Papenburg, an dem ich Ostern 1930 die Reifeprüfung bestand. Darauf wandte ich mich dem Studium der Zahnheilkunde zu. Das erste Semester studierte ich in Münster i. W. Dann kam ich nach Berlin, wo ich im vierten Semester die zahnärztliche Vorprüfung bestand und im Frühjahr 1935 das Staatsexamen mit dem Prädikat „gut".